

Atty. Docket No. OG03-034 / DAS-010

IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF:

:

Sang Woo NAM

: GROUP ART UNIT:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

:

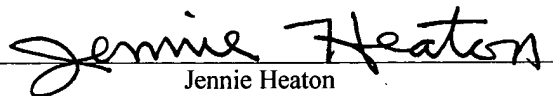
FILED: HEREWITH

: EXAMINER:

FOR: Method and Apparatus for Manufacturing Semiconductor Devices

I hereby certify that this document is being deposited with the United States Postal Service as Express Mail No. EU190172551US in an envelope addressed to Commissioner for Patents, Mail Stop Patent Application, Washington, D.C. 20231, on 01-20-2004.

By:


Jennie Heaton

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119(a)-(b) AND 37 C.F.R. 1.55

COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

Applicant respectfully requests under the Paris Convention for the Protection of Intellectual Property the benefit of the filing date of the prior foreign application(s) identified below:

<u>Serial No.</u>	<u>Filing Date</u>	<u>Country of Filing</u>
10-2003-0055012	08-08-2003	Republic of KOREA

A certified copy of the above-identified priority application is attached.

Respectfully submitted,



Andrew D. Fortney, Ph.D.
Reg. No. 34,600

7257 N. Maple Avenue, Suite 107
Fresno, California 93720
(559) 299-0128



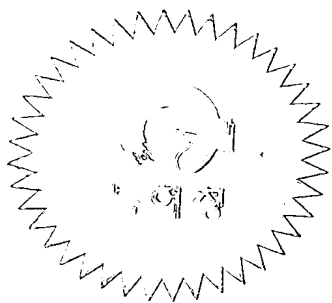
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0055012
Application Number

출원년월일 : 2003년 08월 08일
Date of Application AUG 08, 2003

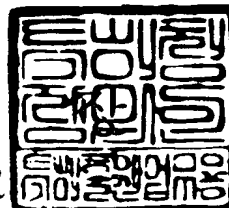
출원인 : 동부전자 주식회사
Applicant(s) DONGBU ELECTRONICS CO., LTD.



2004 년 01 월 08 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.08.08
【발명의 명칭】	반도체 소자의 제조 방법 및 그 장치
【발명의 영문명칭】	METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE
【출원인】	
【명칭】	동부전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-106725-7
【대리인】	
【성명】	장성구
【대리인코드】	9-1998-000514-8
【포괄위임등록번호】	1999-059722-7
【대리인】	
【성명】	김원준
【대리인코드】	9-1998-000104-8
【포괄위임등록번호】	1999-059725-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	남상우
【성명의 영문표기】	NAM, Sang Woo
【주민등록번호】	691007-1550710
【우편번호】	361-240
【주소】	충청북도 청주시 흥덕구 개신동 개신주공2차아파트 210동 203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이채갑
【성명의 영문표기】	LEE, Chea Gab
【주민등록번호】	701201-1903517
【우편번호】	469-881
【주소】	경기도 여주군 가남면 심석리 118번지 가남마을아파트 102-1101호
【국적】	KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인
장성구 (인) 대리인
김원준 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	5	면	5,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	14	항	557,000	원
【합계】	591,000 원			
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통			

【요약서】**【요약】**

본 발명은 반도체 소자의 제조 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 특히 본 발명의 제조 장치는 식각 공정이 진행된 식각 대상물 패턴이 형성된 반도체 기판이 장착되는 스펀 척과, 부산물을 제거하기 위한 용액이 저장된 용액 저장부와, 용액 저장부에 저장된 용액을 척에 장착된 반도체 기판으로 공급하는 용액 공급부와, 용액을 상온보다 낮은 온도로 설정된 20℃이하 저온으로 유지시키는 열교환부와, 반도체 기판이 정착된 척을 일정 시간동안 회전시키며 용액 공급부를 통해 열교환부에 의해 저온으로 된 용액을 반도체 기판으로 공급되도록 하는 제어부를 포함한다. 그러므로 본 발명은 식각 부산물 제거 공정시 저온 상태의 제거 용액에 의해 부산물이 제거되는 동안 식각 대상물 패턴의 측면 침식을 줄일 수 있다.

【대표도】

도 1

【색인어】

식각 부산물, 용액, 저온, 열교환부

【명세서】**【발명의 명칭】**

반도체 소자의 제조 방법 및 그 장치{METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 반도체 소자의 제조 장치를 개략적으로 나타낸 구성도,

도 2는 본 발명에 따른 반도체 소자 제조 장치의 제어 방법을 나타낸 흐름도,

도 3은 본 발명에 따른 반도체 소자의 제조 과정을 나타낸 흐름도,

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 소자의 배선 제조 공정을 나타낸 공정 순서도,

도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 소자의 콘택 전극 제조 공정을 나타낸 공정 순서도,

도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따라 각기 다른 온도 조건에서 반도체 소자의 식각 부산물을 제거하였을 때 침식이 발생된 배선 및 정상적인 배선을 각각 나타낸 SEM 도면들.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<7> 본 발명은 반도체 소자의 제조 기술에 관한 것으로서, 특히 반도체 소자의 식각 대상물 식각 공정시 발생하는 식각 부산물(by product)로 인한 결함을 방지할 수 있는 반도체 소자의 제조 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

- <8> 반도체 소자의 제조 방법은 반도체 기판 상부에 식각 대상물, 예를 들어 실리콘 산화막(SiO_2), 실리콘 질화막(SiN) 또는 금속막(예컨대 Al alloy, W, Cu) 등을 증착하고 그 위에 사진 공정으로 포토레지스트 패턴을 형성한다. 포토레지스트 패턴을 이용한 건식 식각 공정으로 식각 대상물을 패터닝하여 소자의 패턴을 형성하고 포토레지스트 패턴을 제거한 후에 유기용매(solvent) 또는 소정의 용액 등으로 건식 식각 공정시 발생된 폴리머(polymer) 등의 식각 부산물(by product)을 제거한다.
- <9> 종래 식각 부산물 제거 방법으로는 프로세스 챔버 내에서 반도체 기판을 일정 속도로 회전시키면서 기판 상부에 식각 부산물의 제거 용액을 뿌려주는 스프인 스프레이식(spin spray) 또는 반도체 기판을 제거 용액에 담가 처리하는 배쓰식(bath)이 주로 이용되고 있다. 현재에는 배쓰식보다는 스프인 스프레이식이 빠른 시간 공정의 장점으로 인해 주로 사용되고 있다.
- <10> 한편, 최근에는 반도체 소자의 고집적화 및 미세화 기술에 따라 소자 패턴의 선폭 및 피치가 감소되고 있는 추세이며 배선또한 다층 구조로 사용되고 있다.
- <11> 그런데, 이러한 고집적 반도체 소자(예컨대 배선)의 제조 공정시 건식 식각 공정이후에 배선 측면에 폴리머 등의 부산물이 완전히 제거되지 않고 남아 있게 되면 배선 결함의 주요 원인으로 작용된다. 그러므로 건식 식각 공정후 배선에 남아 있는 부산물을 반드시 제거해야 하는데, 이때 부산물의 제거 공정은 주로 상온(약 25°C)에서 진행된다. 따라서, 식각 부산물의 제거 공정시 부산물을 완전히 제거하고자 공정 시간을 늘리게 되면 반도체 소자 패턴, 즉 배선의 측면이 식각 부산물의 제거 용액으로부터 침식(attack)되어 정확한 측면 프로파일을 얻을 수 없었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <12> 본 발명의 목적은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 식각 부산물의 제거 용액을 상온보다 낮은 저온으로 공급함으로써 식각 부산물이 제거되는 동안 식각 대상물 패턴의 측면 프로파일을 안전하게 확보할 수 있는 반도체 소자의 제조 방법을 제공하는데 있다.
- <13> 본 발명의 다른 목적은 식각 부산물의 제거 용액을 저온으로 유지시키는 열교환부를 구비함으로써 저온 상태의 제거 용액에 의해 부산물이 제거되는 동안 식각 대상물 패턴의 측면 침식을 줄일 수 있는 반도체 소자의 제조 장치를 제공하는데 있다.
- <14> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 반도체 소자의 식각 대상물을 식각할 경우 발생하는 부산물을 제거하는 반도체 소자의 제조 방법에 있어서, 부산물을 제거하기 위한 제거 용액을 상온보다 낮은 설정된 저온으로 형성하는 단계와, 저온의 제거 용액으로 부산물을 제거하는 단계를 포함한다.
- <15> 상기 다른 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 반도체 소자의 식각 대상물을 식각할 경우 발생하는 부산물을 제거하는 반도체 소자의 장치에 있어서, 식각 공정이 진행된 식각 대상물 패턴이 형성된 반도체 기판이 장착되는 척과, 부산물을 제거하기 위한 용액이 저장된 용액 저장부와, 용액 저장부에 저장된 용액을 척에 장착된 반도체 기판으로 공급하는 용액 공급부와, 용액을 상온보다 낮은 온도로 설정된 저온으로 유지시키는 열교환부와, 반도체 기판이 정착된 척을 일정 시간동안 회전시키며 용액 공급부를 통해 열교환부에 의해 저온으로 된 용액을 반도체 기판으로 공급되도록 하는 제어부를 포함한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <16> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 설명하고자 한다.

- <17> 도 1은 본 발명에 따른 반도체 소자의 제조 장치를 개략적으로 나타낸 구성도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 제조 장치는 프로세스 챔버(10)와, 용액 저장부(30)와, 용액 공급부($\ell 1$, $\ell 2$)와, 열교환부(44)와, 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)과, 제어부(50)로 구성된다.
- <18> 프로세스 챔버(10)는 식각 공정이 진행된 반도체 소자의 식각 대상물 패턴이 형성된 반도체 기판(14)이 장착되는 스핀 척(spin chuck)(12)과, 스핀 척(12)을 소정의 RPM으로 회전시키는 모터 구동부(16)가 포함된다. 스핀 척(12) 하부에는 N₂ 등의 비활성 가스가 공급되어 반도체 기판(14)을 플로팅시키는 역할을 한다. 스핀 척(12) 둘레에는 집수부(13a~13c)가 배치되어 식각 부산물 제거 용액이 외부로 튀기는 것을 방지한다. 집수부(13a~13c)의 용액은 회수라인(18)을 통해 용액 저장부(30)로 회수되거나 배출라인(18)을 통해 외부로 배출된다. 또 프로세스 챔버(10)의 반도체 기판(14) 상부면에는 식각 대상물의 식각 공정시 발생된 부산물을 제거하기 위한 용액이 스프레이식으로 뿌려지거나 흘려주는 토출부(22)가 설치된다. 또한 프로세스 챔버(10)에는 배기 가스로서 N₂가 공급되며 배기구를 통해 배기된다.
- <19> 용액 저장부(30)는 프로세스 챔버(10)에 식각 대상물 패턴의 식각 공정시 발생된 부산물을 제거하기 위한 용액, 예를 들어 황산(H₂SO₄), 과산화수소(H₂O₂), 불산(HF)이 초순수(DI water : deionized water)/ 오존수(DI O₃)와 함께 혼합된 상태로 저장된 적어도 1개 이상의 저장 용기(32, 34)를 포함한다. 용액 저장부(30)의 각 저장 용기(32, 34)는 프로세스 챔버(10)에 상기 제거 용액을 공급하는 적어도 1개 이상의 용액 공급부인 공급라인($\ell 1$, $\ell 2$)과 연결되며 열교환부(44)에 상기 제거 용액을 공급하는 적어도 1개 이상의 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)과 연결된다. 그리고 용액 저장부(30)는 일정 시간동안 사용된 식각 부산물의 제거 용액을 외부로 배출하기 위한 배출라인(18)과도 연결된다.

- <20> 각 용액 공급부의 라인($\ell 1$, $\ell 2$)은 용액 저장부(30)에 저장된 용액을 프로세스 챔버(10)내 스핀 척(12)에 장착된 반도체 기판(14)으로 공급한다. 용액 공급부의 공급 라인($\ell 1$, $\ell 2$)에는 제 1밸브(24, 26)가 설치되어 식각 부산물 제거 공정시 프로세스 챔버(10)에 용액 저장부(30)의 식각 부산물 제거 용액을 공급하고자 제 1밸브(24, 26)가 개방(ON)되거나, 이외의 공정에는 제 1밸브(24, 26)가 차단(OFF)된다.
- <21> 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)은 일측이 용액 저장부(30)에 접속되며 타측이 제 1밸브(24, 26)와 용액 저장부(30) 사이의 용액 공급부($\ell 1$, $\ell 2$)에 접속된다. 이러한 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)에는 제 2밸브(40, 42)가 설치되어 제 2밸브의 개방(ON) 또는 차단(OFF)에 따라 상기 제거 용액이 열교환부(44)로 순환되어 다시 용액 저장부(30)의 저장 용기(32, 34)로 들어가거나 열교환부(44)의 순환을 차단한다.
- <22> 본 발명의 제조 장치에서는 제어부(50)가 제 1밸브(24, 26) 및 제 2밸브(40, 42)의 개방(ON) 또는 차단(OFF)을 제어한다. 프로세스 챔버(10)에서 식각 부산물을 제거하지 않을 때에는 제어부(50)는 제 1밸브(24, 26)를 차단(OFF), 제 2밸브(40, 42)를 개방(ON)하여 용액 저장부(30)의 제거 용액을 열교환부(44)로 순환시켜 상기 제거 용액의 온도가 상온보다 낮은 설정된 저온(20°C 이하), 바람직하게는 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 유지하도록 한다. 반대로 프로세스 챔버(10)에서 식각 부산물을 제거할 때에는 제어부(50)에서 제 1밸브(24, 26)를 개방(ON), 제 2밸브(40, 42)를 차단(OFF)으로 제어한다. 이러한 제 1밸브(24, 26)의 개방에 따라 열교환부(44)에 의해 20°C 이하의 저온으로 유지된 용액은 공급라인($\ell 1$, $\ell 2$)을 통해 프로세스 챔버(10)에 공급되어 스핀 척(12)에 장착된 반도체 기판(14)으로 스프레이식으로 뿌려지거나 흘러준다. 이때 프로세스 챔버(10)에서 식각 부산물을 제거하는 시간은 수초~수분으로 한정한다.

- <23> 본 발명의 제어부(50)는 프로세스 챔버(10)의 식각 부산물 제거 공정시 스펀척(12)의 모터 구동부(16)를 작동시켜 스펀 척(12)에 장착된 반도체 기판(14)이 소정의 RPM으로 회전되도록 한다.
- <24> 본 발명의 열교환부(44)는 도면에 상세하게 도시되지는 않았지만 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)에 설치되어 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)을 통해 흐르는 제거 용액을 감온시키거나 승온시키는 냉각부 및 히터로 이루어진 온도 제어부(48)를 더 포함한다. 여기서, 온도 제어부(48)의 냉각부는 냉매에 의해 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)을 통해 흐르는 제거 용액을 감온시키는 냉각 파이프와, 냉각 파이프를 흐르는 냉매를 압축, 팽창, 증발 및 응축하는 냉각기로 이루어진다.
- <25> 또한 본 발명의 제조 장치는 온도 검출부(46)를 더 포함하여 온도 검출부(46)를 통해 열교환부(44)의 냉각 파이프 온도 또는 냉매 온도를 검출하여 이를 제어부(50)로 보낸다. 온도 검출부(46)에서 검출된 온도가 설정된 온도와 상이할 경우 제어부(50)는 온도 제어부(48)의 냉각부 또는 히터가 작동되도록 제어하여 열교환부(44)의 냉매 온도를 감온 또는 승온시켜 20℃ 이하의 저온으로 맞춘다. 이러한 열교환부(44)의 온도 조절은 프로세스 챔버(10)의 미작동시 진행된다.
- <26> 한편 본 발명에 따른 반도체 소자의 제조 장치는 스펀 스프레이의 챔버를 다수개로 배열한 장치에도 적용이 가능하며 스펀 스프레이 방식이 아닌 배쓰내 식각 부산물 제거 용액을 담고 이 용액내에 기판을 담구는 배쓰 방식으로든 변형이 가능하다.
- <27> 도 2는 본 발명에 따른 반도체 소자 제조 장치의 제어 방법을 나타낸 흐름도이다. 도 2를 참조하면 도 1에 도시된 반도체 소자 제조 장치의 제어 방법은 다음과 같다.

- <28> 제어부(50)는 프로세스 챔버(10) 또는 다른 챔버에서 반도체 소자의 식각 대상물을 식각할 경우 발생한 식각 부산물을 제거하는 공정인지 아닌지를 판단한다.(S100)
- <29> S100의 판단 결과, 프로세스 챔버(10)의 식각 부산물 제거 공정일 경우 제어부(50)는 용액 공급부인 공급라인($\ell 1$, $\ell 2$)에 설치된 제 1밸브(24, 26)를 개방하기 위한 온(ON) 신호, 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)에 설치된 제 2밸브(40, 42)를 차단하기 위한 오프(OFF) 신호를 발생한다.(S110)
- <30> 이에 프로세스 챔버(10)의 토출부(22)에 공급라인($\ell 1$, $\ell 2$)을 통해 용액 저장부(30)에 저장된 식각 부산물 제거 용액, 예컨대 황산(H_2SO_4), 과산화수소(H_2O_2), 불산(HF)이 초순수/오존수($DI03$)와 함께 혼합된 희석된 용액이 공급된다. 이때, 제거 용액은 열교환부(44)에 의해 $20^\circ C$ 이하의 저온, 바람직하게는 $-20^\circ C \sim 20^\circ C$ 의 온도로 유지된다. 토출부(22)에 공급된 제거 용액은 모터 구동부(16)에 의해 소정의 RPM으로 회전하는 스핀 척(12)의 반도체 기판(14) 상 부면에 스프레이식으로 뿌려지거나 흘러지게 된다. 이러한 식각 부산물의 제거 공정은 수초 내지 수분동안 진행된다.
- <31> 본 발명에서는 $20^\circ C$ 이하 저온의 부산물 제거 용액에 의해 회전하는 반도체 기판의 식각 부산물, 예를 들어 폴리머, 식각 잔여물 등이 제거되는데, 상온(약 $25^\circ C$)의 제거 용액을 사용했을 때보다 $-20^\circ C \sim 20^\circ C$ 저온 상태의 용액을 사용했을 때가 식각 대상물 패턴의 식각 반응 속도를 지연시켜 패턴의 식각 침식(attack)을 줄인다. 예컨대 상온에서의 불산(HF)이 포함된 제거 용액보다 $20^\circ C$ 이하 저온의 불산(HF)이 포함된 제거 용액이 식각 대상물인 금속 패턴에 대한 결합 에너지와 활성 에너지가 낮어져 부산물 제거 공정시 패턴의 식각 침식을 줄일 수 있다.
- <32> 한편 S100의 판단 결과, 프로세스 챔버(10)에서 식각 부산물 제거 공정을 진행하기 이전이나 완료되었다면 제어부(50)는 공급라인($\ell 1$, $\ell 2$)에 설치된 제 1밸브(24, 26)를 차단하기

위한 오프(OFF) 신호와 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)에 설치된 제 2밸브(40, 42)를 개방하기 위한 온(ON) 신호를 발생한다.(S130)

- <33> 이에 프로세스 챔버(10)에서 식각 부산물의 제거 공정이 완료된 이후라면 집수부(13a~13c)의 부산물 제거 용액이 회수라인(18)을 통해 용액 저장부(30)로 회수된다. 만약 식각 부산물의 제거 공정 이전이라면 프로세스 챔버(10)에서 용액 저장부(30)로 상기 제거 용액이 회수되지 않는다.
- <34> 제 1밸브(24, 26)의 오프(OFF)와 제 2밸브(40, 42)의 온(ON) 신호에 따라 용액 저장부(30)의 식각 부산물 제거 용액이 프로세스 챔버(10)로 공급되지 않고 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)을 통해 열교환부(44)로 순환된다.(S140) 열교환부(44)의 냉매 용액은 20℃이하의 저온, 바람직하게는 -20℃~20℃의 온도로 유지하고 있기 때문에 상기 제거 용액또한 열교환부(44)의 냉매 온도에 의해 상온보다 낮은 20℃이하의 저온으로 유지되어 다시 용액 저장부(30)의 저장 용기(32, 34)로 들어간다. 그러므로, 프로세스 챔버(10)로 제거 용액이 공급되지 않는 동안 용액 저장부(30)의 제거 용액은 순환라인($\ell c1$, $\ell c2$)을 통해서 열교환부(44)로 순환되어 열교환부(44)의 냉매 온도에 의해 20℃이하의 저온 상태로 유지된다.
- <35> S140단계이후 제어부(50)는 열교환부(44)를 통해 용액 저장부(30)의 식각 부산물 제거 용액 온도를 상온보다 낮은 설정된 20℃이하의 저온으로 항상 유지하고자 온도 검출부(46)를 통해 열교환부(44)의 냉각 파이프 온도 또는 냉매 온도를 검출받는다. 제어부(50)는 검출된 온도가 설정된 20℃이하의 저온 온도인지 그렇지 않은지를 비교한다.(S150)
- <36> S150의 비교 결과, 검출된 온도가 20℃이상의 온도일 경우 제어부(50)는 온도 제어부(48)의 냉각부를 작동시켜 열교환부(44)의 냉매 온도를 감온(낮추어)하여 설정된 20℃이하의 저온 온도로 맞춘다. 혹은 S150의 비교 결과, 검출된 온도가 설정된 온도, 예컨대 -20℃이하보

다 더 낮을 경우 제어부(50)는 온도 제어부(48)의 히터를 작동시켜 열교환부(44)의 냉매 온도를 승온(높여)하여 설정된 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 온도로 맞춘다.(S160)

<37> 도 3은 본 발명에 따른 반도체 소자의 제조 과정을 나타낸 흐름도로서, 도 3을 참조하면 본 발명이 적용된 반도체 소자의 제조 과정은 반도체 소자의 식각 대상물을 식각한 후에 식각 부산물을 제거하는 모든 공정에 포함된다.

<38> 본 발명이 적용된 반도체 제조 과정은 반도체 기판 상부에 식각 대상물을 형성하고 그 위에 사진 공정으로 포토레지스트 패턴을 형성한다. 포토레지스트 패턴을 이용한 건식 식각 공정으로 식각 대상물을 패터닝하여 반도체 소자 패턴인 식각 대상물 패턴을 형성한다.(S10)

<39> 포토레지스트 패턴을 제거한 후에, 초순수 또는 오존수에 희석된 식각 부산물 제거 용액이 본 발명에 따라 저온 상태, 예컨대 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 로 유지한 채 프로세스 챔버로 공급되어 식각 대상물 패턴의 식각 공정시 발생된 폴리머 등의 식각 부산물을 제거한다.(S20~S30)

<40> 그 다음 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 저온 용액에 의해 식각 부산물이 제거된 반도체 기판을 초순수로 린스한 후에 건조한다.(S40~S50)

<41> 여기서, 본 발명이 적용될 수 있는 식각 대상물로는 반도체 기판, 절연막, 유전막, 도전막, 또는 금속막 등이 있으며 이들 막은 단일막 또는 다층막으로 이루어진다. 이때 금속막은 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리, 구리 합금 등의 여러 가지 금속 또는 그의 합금(alloy)이 사용되며 TiSi 등의 실리사이드 금속막도 사용될 수 있을뿐만 아니라 Ti/TiN 등의 배리어(barrier) 금속막도 사용될 수 있다.

<42> 다음 도 4 및 도 5를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 반도체 소자의 배선 또는 콘택 전극 제조 공정시 식각 부산물을 제거하는 공정에 대해 설명한다.

- <43> 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 소자의 배선 제조 공정을 나타낸 공정 순서도이다.
- <44> 도 4a에 도시된 바와 같이, 반도체 기판(100)으로서, BPSG 등의 층간 절연막(102) 상부에 식각 대상물로서 Al 등의 금속막(104)을 증착한다. 그리고 그 위에 사진 공정을 진행하여 포토레지스트를 도포하고 이를 노광 및 현상하여 포토레지스트 패턴(106)을 형성한다.
- <45> 그 다음 도 4b에 도시된 바와 같이, 포토레지스트 패턴(106)에 의해 드러난 금속막(104)을 플라즈마 등의 건식 식각 공정으로 식각한다. 이때 포토레지스트 패턴(106) 및 금속막 패턴(104a) 측면에 폴리머 등의 식각 부산물(108)이 발생하게 된다.
- <46> 본 발명의 일 실시예에서는 도 4c에 도시된 바와 같이, 포토레지스트 패턴을 제거하고 도 1의 프로세스 챔버(10)내에 기판을 로딩한 후에 프로세스 챔버(10)의 토출부(22)에 공급라인($\ell 1$, $\ell 2$)을 통해 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 저온 상태의 제거 용액, 예컨대 황산(H_2SO_4), 과산화수소(H_2O_2), 불산(HF)이 초순수/ 오존수(DI/O_3)와 함께 혼합된 희석된 용액이 공급된다. 토출부(22)에 공급된 식각 부산물 제거 용액은 모터 구동부(16)에 의해 소정의 RPM으로 회전하는 스펀 척(12)의 반도체 기판(14) 상부면에 수초 내지 수분동안 스프레이식으로 뿌려지거나 흘러지게 되어 금속막 패턴(104a)의 식각 공정시 발생된 폴리머 등의 식각 부산물을 제거한다. 이에 따라 금속막 패턴(104a)은 식각 부산물 제거 용액의 온도가 상온보다 낮은 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 의 저온이기 때문에 상기 제거 용액의 식각 영향이 줄어들어 패턴 측면 프로파일의 침식이 줄어들게 된다.
- <47> 도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 소자의 콘택 전극 제조 공정을 나타낸 공정 순서도이다.

- <48> 도 5a에 도시된 바와 같이, 반도체 기판(200)으로서, BPSG 등의 층간 절연막(202) 상부에 사진 공정을 진행하여 포토레지스트를 도포하고 이를 노광 및 현상하여 포토레지스트 패턴(204)을 형성한다.
- <49> 그 다음 도 5b에 도시된 바와 같이, 포토레지스트 패턴(204)에 의해 드러난 층간 절연막(202)을 소정 깊이로 식각하여 기판의 활성 영역이 드러나는 콘택홀(206)을 형성한다.
- <50> 그런 다음 도 5c에 도시된 바와 같이, 층간 절연막(202) 전면에 장벽 금속막(barrier metal)(208)으로서 티타늄(Ti) 또는 티타늄질화막(TiN)을 증착한다. 그리고 도 5d에 도시된 바와 같이, 식각 대상물(210)로서 텅스텐(W)을 층간 절연막(202)의 콘택홀에 갱필한다.
- <51> 그 다음 도 5e에 도시된 바와 같이, 텅스텐막(210) 상부에 사진 공정을 진행하여 포토레지스트 패턴(212)을 형성하고 이 포토레지스트 패턴(212)에 의해 드러난 텅스텐막(210) 및 장벽 금속막(208)을 건식 식각하여 콘택 전극(210a)을 형성한다. 이러한 식각 공정시 포토레지스트 패턴(212) 및 콘택 전극(210a) 측면에 폴리머 등의 식각 부산물(214)이 발생하게 된다.
- <52> 본 발명의 다른 실시예에서는 도 5f에 도시된 바와 같이, 포토레지스트 패턴을 제거한다. 그리고 도 1의 프로세스 챔버(10)내에 상기 공정들이 진행된 반도체 기판을 로딩한 후에 상기 프로세스 챔버로 $-20^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 저온 상태로 유지된 식각 부산물의 제거 용액을 공급하여 반도체 기판 상부면에 스프레이로 뿌려주거나 흘려준다. 수초~수분동안 회전되는 반도체 기판 상부에 공급되는 저온의 식각 부산물 제거 용액에 의해 콘택 전극(210a)이 형성된 기판에 남아 있는 식각 부산물을 제거된다. 이때 콘택 전극(210a)이 상온의 제거 용액보다 저온 용액에 의해 식각 반응이 영향을 덜 받기 때문에 측면 프로파일의 침식이 줄어들게 된다.

- <53> 한편 본 발명은 상술한 배선, 콘택전극 뿐만 아니라 다층 배선 구조의 비아전극 제조 공정시 발생된 식각 부산물 제거에도 적용이 가능하다.
- <54> 도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따라 각기 다른 온도 조건에서 반도체 소자의 식각 부산물을 제거하였을 때 침식이 발생된 배선 및 정상적인 배선을 각각 나타낸 SEM 도면들이다.
- <55> 도 6a를 참조하면, 23℃에서 30초로 배선의 식각 부산물을 제거하였을 때보다 12℃~18℃에서 각각 90초, 80초, 35초로 배선의 식각 부산물을 제거하였을 때가 배선의 침식을 보다 많이 줄일 수 있음을 알 수 있다.
- <56> 도 6b는 도 6a와 동일한 온도 조건에서 공정 시간만 10초 정도 단축하여 식각 부산물을 제거하였을 때의 SEM 도면을 나타낸 것이다. 이와 같이, 본 발명에 따라 20℃이하의 저온 상태를 갖는 식각 부산물 제거 용액으로 배선의 식각 부산물을 제거하게 되면 20℃이상의 상온에서 배선의 식각 부산물을 제거하였을 때 보다 양호한 배선의 측면 프로파일을 확보할 수 있다. 이는 20℃이상 상온 상태의 용액으로 식각 부산물을 제거하였을 때 배선의 식각 반응이 빠르다 반하여 20℃이하 저온 상태의 용액으로 식각 부산물을 제거하였을 때 배선의 식각 반응이 느려지기 때문이다.

【발명의 효과】

- <57> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명은 배선, 콘택/비아 전극 등의 식각 대상물을 식각한 후에 진행되는 식각 부산물의 제거 공정시 식각 부산물의 제거 용액을 상온보다 낮은 저온으로 공급함으로써 식각 대상물 패턴의 식각율을 줄여 반도체 소자 패턴의 측면 프로파일을 안전하게 확보할 수 있다.

- <58> 따라서, 본 발명은 반도체 소자의 식각 부산물 또는 소자 패턴의 측면 프로파일 침식으로 인한 불량을 크게 줄여 수율 및 신뢰성을 크게 향상시킬 수 있다.
- <59> 한편, 본 발명은 상술한 실시예에 국한되는 것이 아니라 후술되는 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상과 범주내에서 당업자에 의해 여러 가지 변형이 가능하다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

반도체 소자의 식각 대상물을 식각할 경우 발생하는 부산물을 제거하는 반도체 소자의 제조 방법에 있어서,

상기 부산물을 제거하기 위한 제거 용액을 상온보다 낮은 설정된 저온으로 형성하는 단계와,

상기 저온의 제거 용액으로 상기 부산물을 제거하는 단계를 포함하는 반도체 소자의 제조 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 제거 용액은 불산을 포함하는 반도체 소자의 제조 방법.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

상기 제거 용액은 황산, 과산화수소, 불산 및 초순수의 혼합 용액인 반도체 소자의 제조 방법.

【청구항 4】

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 설정된 저온은 20℃이하의 온도인 반도체 소자의 제조 방법.

【청구항 5】

제 1항에 있어서,

상기 부산물을 제거하는 단계는, 상기 부산물이 잔류하는 식각 대상물 패턴이 형성된 반도체 기판을 수초 내지 수분동안 회전하는 단계와,

상기 저온의 제거 용액을 상기 회전하는 반도체 기판으로 공급하는 단계를 더 포함하는 반도체 소자의 제조 방법.

【청구항 6】

제 1항에 있어서,

상기 식각 대상물은 반도체 기판, 절연막, 유전막, 도전막, 또는 금속막으로 이루어진 단일막 또는 다층막인 반도체 소자의 제조 방법.

【청구항 7】

제 6항에 있어서,

상기 금속막은 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리, 구리 합금, 실리사이드 금속막, 또는 배리어 금속막을 포함하는 반도체 소자의 제조 방법.

【청구항 8】

반도체 소자의 식각 대상물을 식각할 경우 발생하는 부산물을 제거하는 반도체 소자의 장치에 있어서,

식각 공정이 진행된 식각 대상물 패턴이 형성된 반도체 기판이 장착되는 척과,

상기 부산물을 제거하기 위한 용액이 저장된 용액 저장부와,

상기 용액 저장부에 저장된 용액을 상기 척에 장착된 반도체 기판으로 공급하는 용액 공급부와,

상기 용액을 상온보다 낮은 온도로 설정된 저온으로 유지시키는 열교환부와,

상기 반도체 기판이 정착된 척을 일정 시간동안 회전시키며 상기 용액 공급부를 통해 상기 열교환부에 의해 저온으로 된 용액을 상기 반도체 기판으로 공급되도록 하는 제어부를 포함하는 반도체 소자의 제조 장치.

【청구항 9】

제 8항에 있어서,

상기 열교환부는, 상기 용액 공급부에 설치된 제 1밸브와,

일측이 상기 용액 저장부에 접속되며 타측이 상기 제 1밸브와 용액 저장부 사이의 용액 저장부 사이의 용액 공급부에 접속된 순환라인과,

상기 순환라인에 설치된 제 2밸브와,

상기 순환라인에 설치되어 상기 순환라인의 용액을 저온화시키는 냉각부를 더 포함하는 반도체 소자의 제조 장치.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 냉각부는, 상기 순환라인에 설치되며 냉매에 의해 상기 순환라인의 용액을 감온시키는 냉각파이프와,

상기 냉각파이프로 흐르는 냉매를 압축, 팽창, 증발, 및 응축하는 냉각기를 더 포함하는 반도체 소자의 제조 장치.

【청구항 11】

제 9항에 있어서,

상기 열교환부는, 상기 순환라인의 용액을 승온시키는 히터와,

상기 순환라인의 용액 온도를 검출하는 온도 검출부를 더 포함하는 반도체 소자의 제조 장치.

【청구항 12】

제 9항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 제 1밸브를 차단하며 상기 제 2밸브를 개방한 상태에서 상기 열교환부에 의해 상기 용액 저장부의 온도를 저온으로 유지시키며 상기 반도체 기판의 부산물을 제거하기 위해 상기 척을 일정 시간동안 회전시키거나, 상기 제 1밸브를 개방하며 상기 제 2밸브를 차단한 상태에서 상기 용액 공급부를 통해 상기 저온의 용액을 상기 회전하는 반도체 기판으로 공급하도록 제어하는 반도체 소자의 제조 장치.

【청구항 13】

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 온도 검출부에서 검출되는 상기 용액의 온도에 따라 상기 히터 또는 냉각기를 작동시켜 상기 용액이 설정된 저온을 유지하도록 하는 반도체 소자의 제조 장치.

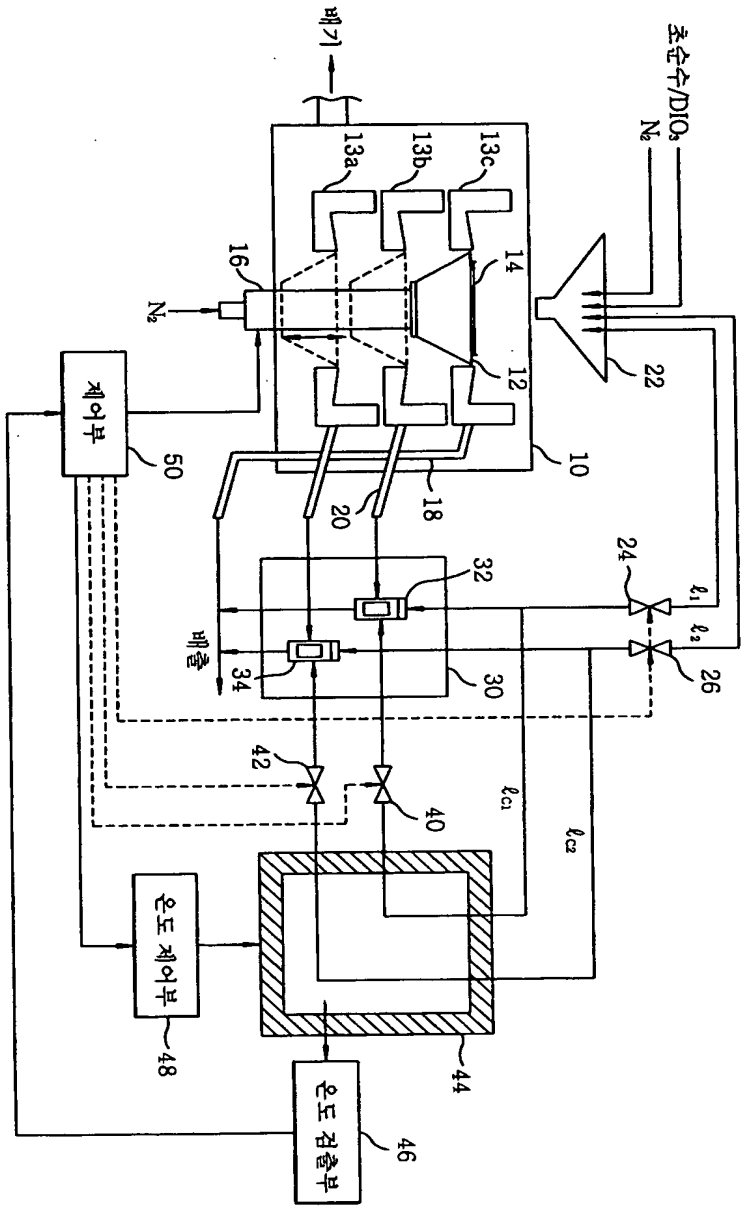
【청구항 14】

제 8항에 있어서,

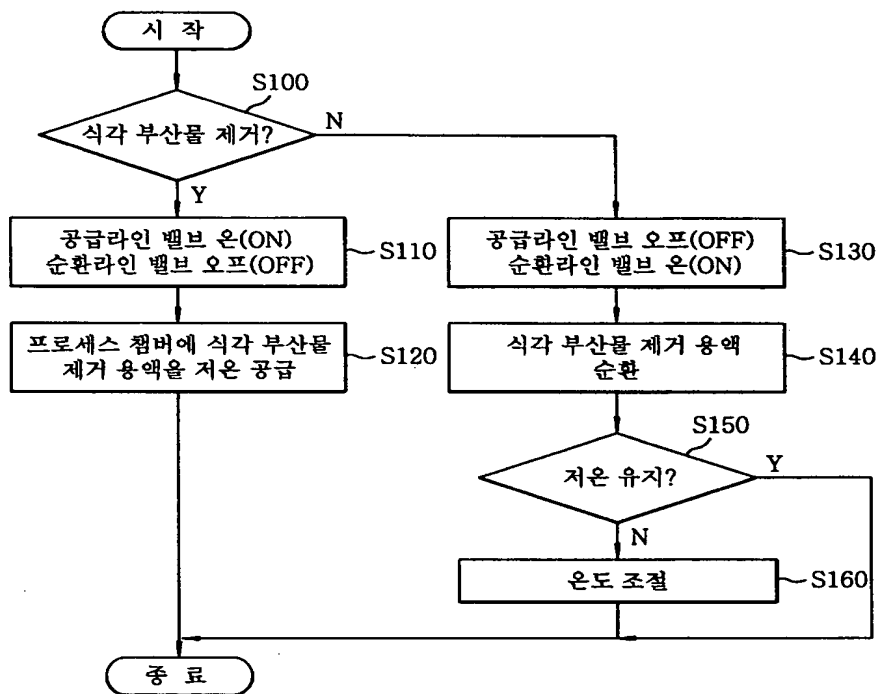
상기 설정된 저온은 20℃이하의 온도인 반도체 소자의 제조 장치.

【도면】

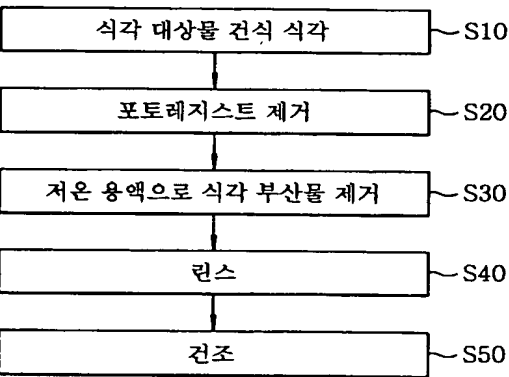
【도 1】



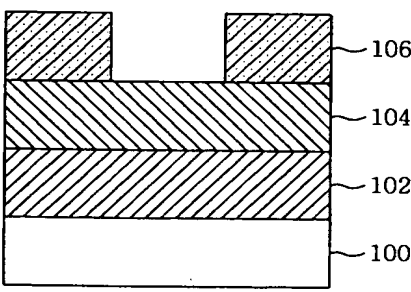
【도 2】



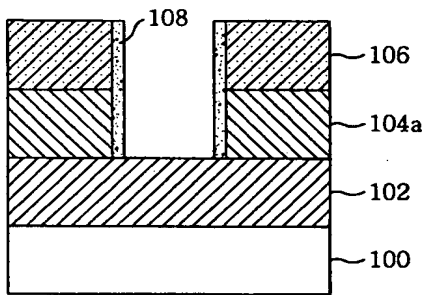
【도 3】



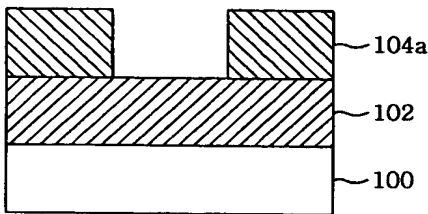
【도 4a】



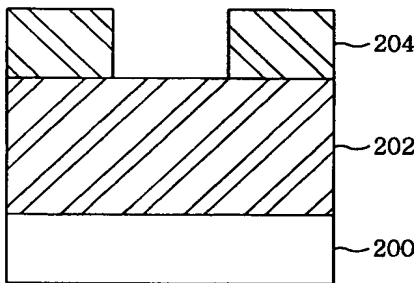
【도 4b】



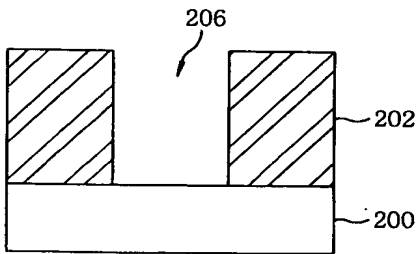
【도 4c】



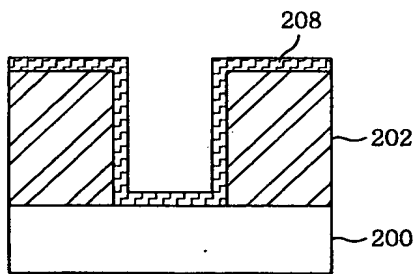
【도 5a】



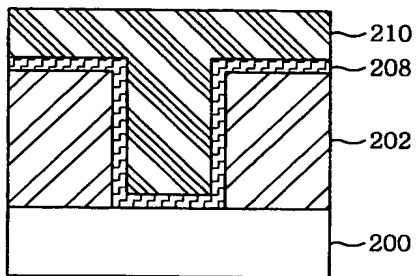
【도 5b】



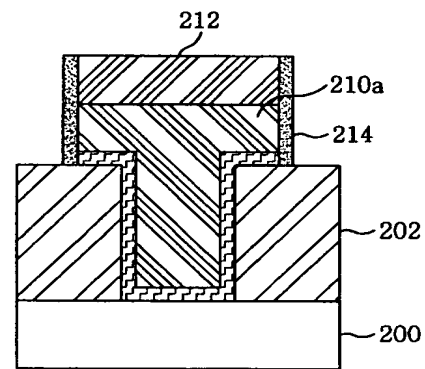
【도 5c】



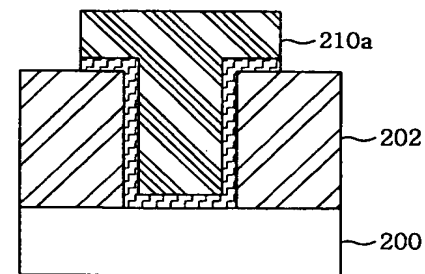
【도 5d】



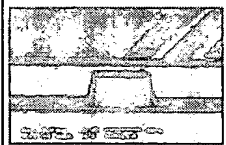
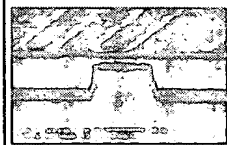


【도 5e】



【도 5f】



【도 6a】

12℃	15℃	18℃	23℃
90sec	80sec	35sec	30sec
			

【도 6b】

12℃	15℃	18℃	23℃
80sec	70sec	25sec	20sec
